

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09114523 A**(43) Date of publication of application: **02 . 05 . 97**

(51) Int. Cl.

**G05D 1/02**  
**A47L 11/00**  
**G01S 15/10**  
**G01S 15/93**

(21) Application number: **07265236**(71) Applicant: **SHIZUKOU KK**(22) Date of filing: **13 . 10 . 95**

(72) Inventor: **TOMIOKA MASAHARU**  
**SUGITA NORIO**

**(54) AUTONOMOUSLY TRAVELING VEHICLE AND**  
**DRIVING METHOD FOR THE VEHICLE**

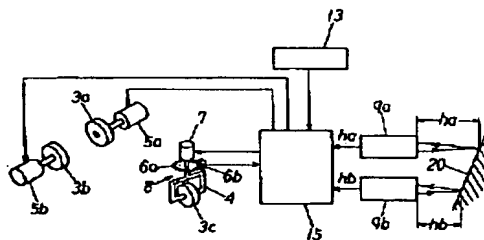
## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To eliminate the need for manual operation and to control the side face of an autonomously traveling vehicle to be parallel with a wall without picture processing by controlling a traveling direction so as to fix the distance between with the wall based on the output of a distance sensor.

**SOLUTION:** A control circuit 15 controls driving motor 5a and 5b to drive in the direction of rotating forward and at the same speed and driving wheels 3a and 3b to rotate at the same speed so as to make the autonomously traveling vehicle travel straight. While traveling straight, the control circuit 15 monitors the output of an obstacle sensor 13 on the front of the autonomously traveling vehicle and at the time of detecting a front wall 20 anteriorly, stops the driving motors 5a and 5b and then rotates the autonomously traveling vehicle clockwise. Continually, the control circuit 15 calculates the difference between the differences detected by direction sensors 9a and 9b, compares this distance difference with an extremely small prescribed value and when the difference is not more than the prescribed value, judges the autonomously traveling vehicle to be parallel with the face of the wall. Then

the control circuit 15 synchronizes the driving motors 5a and 5b to drive rotating forward and makes the autonomously traveling vehicle travel straight nearly in parallel with the wall face.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-114523

(43) 公開日 平成9年(1997)5月2日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup>     | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所 |
|-------------------------------|-------|--------|---------------|--------|
| G 0 5 D                       | 1/02  |        | G 0 5 D 1/02  | J<br>S |
| A 4 7 L                       | 11/00 |        | A 4 7 L 11/00 |        |
| G 0 1 S                       | 15/10 |        | G 0 1 S 15/10 |        |
|                               | 15/93 |        | 15/93         |        |
| 審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁) |       |        |               |        |

(21) 出願番号 特願平7-265236

(22) 出願日 平成7年(1995)10月13日

(71) 出願人 390029090

静甲株式会社

静岡県清水市天神2丁目8番1号

(72) 発明者 宮 岡 正 晴

静岡県清水市天神2丁目8番1号 静甲株式会社内

(72) 発明者 杉 田 典 夫

静岡県清水市天神2丁目8番1号 静甲株式会社内

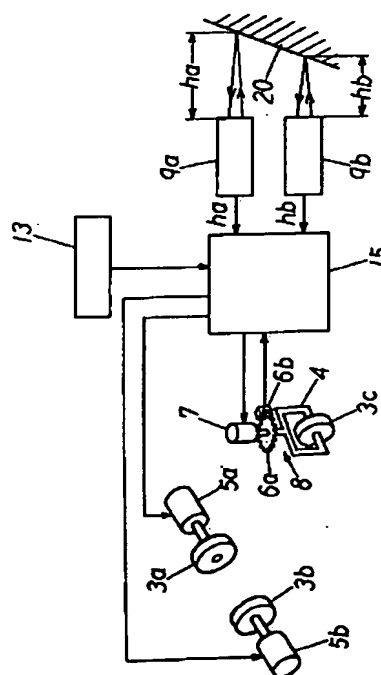
(74) 代理人 弁理士 加藤 静富 (外1名)

(54) 【発明の名称】 自律走行車両及び自律走行車両の運転方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行うための制御装置を使用することなく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御することができる自律走行車両を提供することを目的としている。

【解決手段】自律走行車両1は、走行方向を制御可能な自律走行車両1であって、この自律走行車両1の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサ9a、9bと、この距離センサ9a、9bの出力に基づき自律走行車両1の側面に対向する壁20との距離が一定となるように自律走行車両2の走行方向を制御する制御手段とを設けたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】走行方向を制御可能な自律走行車両であって、

この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、

この距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする自律走行車両。

【請求項2】走行方向を制御可能な自律走行車両であって、

この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する少なくとも2つの距離センサと、前記自律走行車両の停止時に、前記2つの距離センサの出力を比較し、この比較結果に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする自律走行車両。

【請求項3】走行方向を制御可能な自律走行車両であって、

この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する単一の距離センサと、初期位置の前記距離センサの出力と所定距離だけ直線走行した位置における前記距離センサの出力を比較し、この比較結果に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする自律走行車両。

【請求項4】走行方向を制御可能で、下部に清掃機能を備えた自律走行車両であって、

この自律走行車両の前面に設けられ、障害物が所定距離内に存在することを検出する障害物センサと、この障害物センサが障害物を検出した位置で走行方向を略90度回転させる回転制御手段と、前記自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、前記回転制御手段による回転後、前記距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を修正する制御手段とを設けたことを特徴とする自律走行車両。

【請求項5】走行方向を制御可能で、下部に清掃機能を備えた自律走行車両であって、

この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、前記自律走行車両に設けられ、前記距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを備え、

この制御手段により前記自律走行車両の側面を該側面に

対向する壁と平行に制御した後、前記自律走行車両を走行させて前記自律走行車両の下部に備えた清掃機能により、前記自律走行車両の下方に位置する床面を清掃することを特徴とする自律走行車両の運転方法。

【請求項6】走行方向を制御可能で、下部に清掃機能を備えた自律走行車両であって、

この自律走行車両の前面に設けられ、障害物が所定距離内に存在することを検出する障害物センサと、

この障害物センサが障害物を検出した位置で走行方向を回転させる回転制御手段と、

前記自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、

前記回転制御手段による回転後、前記距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を修正する制御手段とを備え、

前記自律走行車両の前面が前記壁に対向するように設置し、前記自律走行車両を前記壁に向かって前進させ、前記障害物センサが前記壁を検知して前記自律走行車両を停止させ、停止後前記回転制御手段により前記自律走行車両を回転した後、

前記制御手段により前記自律走行車両の側面を該側面に対向する壁と平行に制御した後、

前記自律走行車両を走行させて前記自律走行車両の下部に備えた清掃機能により、前記自律走行車両の下方に位置する床面を清掃することを特徴とする自律走行車両の運転方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は、走行方向を制御可能な自律走行車両及び自律走行車両の運転方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、走行しながら床面を清掃する床面清掃車両のような自律走行車両には、オペレータがスタート位置を手動でセットし、その後、自動で清掃するものや、外部からの指示なしに自分で走行方向を判断し、その判断結果に基づいて自動的に所定の方向に走行するものがあった。

【0003】後者の一例としては本出願と同一出願人より出願された特願平5-44250号に示されるような車両に設けられたカメラにより画像を取り込み、この画像を処理して原点位置を決めるものなどがある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のものでは、オペレータがスタート位置を一々手動でセットしなければならず煩わしく、また、後者においては、かなり高い走行精度が得られるものの、カメラ及びそのカメラからの画像信号に対して高度な画像処理を行なうための制御装置が必要で、自律走行車両がこれらの装置を組み込むことにより高価になるという問題点があった。

【0005】本発明は、上述した問題点を除去するようにした自律走行車両及び自律走行車両の運転方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の自律走行車両は、走行方向を制御可能な自律走行車両であって、この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、この距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたものである。

【0007】また、本発明の自律走行車両は、走行方向を制御可能な自律走行車両であって、この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する少なくとも2つの距離センサと、前記自律走行車両の停止時に、前記2つの距離センサの出力を比較し、この比較結果に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたものである。

【0008】また、本発明の自律走行車両は、走行方向を制御可能な自律走行車両であって、この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する単一の距離センサと、初期位置の前記距離センサの出力と所定距離だけ直線走行した位置における前記距離センサの出力を比較し、この比較結果に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたものである。

【0009】また、本発明の自律走行車両は、走行方向を制御可能で、下部に清掃機能を備えた自律走行車両であって、この自律走行車両の前面に設けられ、障害物が所定距離内に存在することを検出する障害物センサと、この障害物センサが障害物を検出した位置で走行方向を略90度回動させる回動制御手段と、前記自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、前記回動制御手段による回動後、前記距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を修正する制御手段とを設けたものである。

【0010】また、本発明の自律走行車両の運転方法は、走行方向を制御可能で、下部に清掃機能を備えた自律走行車両であって、この自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、前記自律走行車両に設けられ、前記距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを備え、この制御手段により前記自律走行車両の側面を該側面に対向する壁と平行に制御した

後、前記自律走行車両を走行させて前記自律走行車両の下部に備えた清掃機能により、前記自律走行車両の下方に位置する床面を清掃するものである。

【0011】また、本発明の自律走行車両の運転方法は、走行方向を制御可能で、下部に清掃機能を備えた自律走行車両であって、この自律走行車両の前面に設けられ、障害物が所定距離内に存在することを検出する障害物センサと、この障害物センサが障害物を検出した位置で走行方向を回動させる回動制御手段と、前記自律走行車両の側面に設けられ、該側面に対向する壁との距離を測定する距離センサと、前記回動制御手段による回動後、前記距離センサの出力に基づき前記自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように前記自律走行車両の走行方向を修正する制御手段とを備え、前記自律走行車両の前面が前記壁に対向するように設置し、前記自律走行車両を前記壁に向かって前進させ、前記障害物センサが前記壁を検知して前記自律走行車両を停止させ、停止後前記回動制御手段により前記自律走行車両を回動した後、前記制御手段により前記自律走行車両の側面を該側面に対向する壁と平行に制御した後、前記自律走行車両を走行させて前記自律走行車両の下部に備えた清掃機能により、前記自律走行車両の下方に位置する床面を清掃するものである。

【0012】

【実施例】以下、図1乃至図7に基づき、本願発明の一実施例を説明する。本実施例は、自律走行車両として下部に清掃機能を備えた自律走行車両1を例にとって説明する。

【0013】図1及び図3に示すように、自律走行車両1は略直方体形状をなし、自律走行車両1の前方下部には、走行中に床面上のごみを吸引する吸引口を有する清掃機能を備えている。

【0014】清掃機能は、例えば、図1乃至図3、特に、図3に示すように、自律走行車両1の底部であって、駆動輪3a、3bの前方に、床面に臨むように3個の吸引口20、20、20が設けられ、各吸引口20の周囲には、ブラシ21がそれぞれ設けられている。なお、ブラシ21の代わりに、ゴムで形成されたへら状のものを各吸引口20の周囲にそれぞれ設けても良い。

【0015】また、自律走行車両1の底部の側面に沿って設けられた吸引口20と吸引口20の間には、二つの回転ブラシ22、22が設けられている。なお、自律走行車両1には、図示しないが、バッテリーで駆動する電動機で真空を作り、床面上のごみ、ほこりを吸い込む電気掃除機を搭載し、吸引口20は電気掃除機（図示しない）のダクト23に接続されている。

【0016】また、車両1の下部には全部中央に設けた1つの操舵輪3cと、後部に併設された2つの駆動輪3a、3bとが設けられている。

【0017】この駆動輪3a、3bは、図4に示すよう

に自律走行車両1の内部に収納された駆動モータ5a、5bによりそれぞれ駆動されるようになっている。この駆動モータ5a、5bは各々が正確かつ精細に回転速度制御が可能な直流モータで構成され、かつ各モータ5a、5bは正逆転可能となっている。

【0018】一方、操舵輪3cはその車輪が車軸を中心に自由に回転可能になっていると共に、その車軸が支持部4により方向に自由に回転可能に支持されている。なお、支持部4は方向制御モータ7の軸に連結されている。

【0019】従って、操舵輪3cは方向制御モータ7によりその方向が制御される。また、操舵輪3cの方向は方向制御モータ7の軸に直結されたスリット付き円盤6aと、この円盤6aをはさんで上下に発光部と受光部を備えたフォトインタラプタ6bからなる操舵輪方向センサ8により検出される。

【0020】この自律走行車両1では、左右の駆動輪3a、3bをそれぞれ逆方向に同じ速度で回転させることにより自律走行車両1の方向が変更される。

【0021】即ち、駆動輪3aの駆動モータ5aを正転とし、駆動輪3bの駆動モータ5bを逆転として同じ速度で回転させれば、自律走行車両1は駆動輪3a、3bの車輪の中間点を回転中心として左回転する。

【0022】逆に、駆動輪3aの駆動モータを逆転とし、駆動輪3bの駆動モータ5bを正転として同じ速度で回転させれば、自律走行車両1は駆動輪3a、3bの車両の中間点を回転中心として右回転する。

【0023】また、自律走行車両1の回転時には、駆動輪3a、3bの作動前に操舵輪3cは横方向に向きが制御される。これにより車両1の回転時には操舵輪3cが車両回転方向に対し抵抗となることがなく円滑で正確な回転操作が可能となる。

【0024】更に、図1に示すように、自律走行車両1の両側面には前方と後方に所定間隔Lをおいて2つの距離センサ9a、9bが設けられている。

【0025】距離センサ9a、9bとしては、例えば、和泉電気株式会社製の超音波アナログ距離センサである。

【0026】この距離センサ9a、9bは、その検出方向を床面と平行で自律走行車両1の真横方向（直進方向に対し直角方向）に向けられている。距離センサ9a、9bは、例えば、パルス状の特定波長の超音波を、狭い領域方向に発する発信機、この発信機と一体化され、発信機から出力された超音波がその指向方向にある壁面11に反射して戻ってきたことを検出する受信器、発信機が超音波を出力してから受信器がその超音波を受信するまでの時間を検出し、その到達時間と超音波の空気中の速度から、一体化された発信機と受信機の設置位置、即ち、自律走行車両1の側面から側壁20までの距離を算出するマイクロコンピュータ等からなる計算手段を内蔵し

た超音波距離センサで構成されている。

【0027】従って、自律走行車両1の側面に設けられた2つの距離センサ9a、9bはそれぞれの設置面から指向方向にある側壁20までの距離ha、hbをそれぞれ検出し、出力する。

【0028】また、自律走行車両1の前面及び後面には、車両走行方向に存在する障害物や前方の壁面の有無を検出するために赤外線センサからなる障害物センサ13が設けられている。

【0029】障害物センサ13は、例えば、北陽電気株式会社製の衝突防止用センサである。

【0030】この障害物センサ13は、障害物が所定距離内に存在することを検出するもので、例えば、その距離は20cm程度に設定されている。

【0031】即ち、自律走行車両1の走行の結果、前方の壁面までの距離が20cm以下となった場合、障害物センサ13から出力がでる。

【0032】図4に示すように距離センサ9a、9b、車両方向検出器8および障害物センサ13は床面清掃車両1の内部に設けられた制御回路15に入力されている。

【0033】制御回路15は、プログラムが記憶されたメモリとこのプログラムに基づき入力された信号を処理し、所定の出力を行なうマイクロプロセッサ及びその入出力回路から構成されている。

【0034】また、操舵輪3cの方向を検出する操舵輪方向センサ8の出力も制御回路15に入力されている。制御回路15は入力信号を処理し、その結果に基づき駆動モータ5a、5b、方向制御モータ7などの動作を制御する。

【0035】以下、この制御回路15により制御される自律走行車両1の走行動作を図6に示す制御回路15のフローチャートに基づき説明する。

【0036】まず、制御回路15は、最初に置かれた位置において、駆動モータ5a、5bを正転方向に同じ速度で駆動する（ステップST1）。これにより駆動輪3a、3bは同じ速度で回転し、自律走行車両1は直進走行する。

【0037】この直進走行中は常時自律走行車両1の前面に設けられた障害物センサ13の出力が監視され、障害物（正面壁W1）の有無が検出される（ステップST2）。障害物センサ13が出力を発するまで、ステップST1の直進走行は継続される。

【0038】障害物センサ13により前方に障害物（正面壁20）が検出された時、つまり、自律走行車両1の前方と正面壁20との距離が一定値（本実施例では、20cm）に達したとき、駆動モータ5a、5bは停止される（ステップST3）。駆動モータ5a、5bを停止させるのは、次のステップで、2つの距離センサ9a、9bで測長するときに一定距離を保つために、その前の

ステップで、壁との距離が一定（本実施例では、例えば、20cm）必要だからである。

【0039】そして、自律走行車両1が時計回りの回転（例えば、90度）が行われる（ステップST4～ST7）。

【0040】これにより、自律走行車両1は右方向に直角に方向を変更する。自律走行車両1の90度時計回りの回転は、操舵輪3cの方向を自律走行車両1の直進方向に対し直角をなす横方向に変更することから始まる。

【0041】まず、方向制御モータ7がオンされ（ステップST4）、続いて操舵輪方向センサ8により検出される操舵輪3cの方向が横方向になったか否かが判断される（ステップST5）。

【0042】横方向になっていることが検出されるまで方向制御モータ7は継続してオンされ、横方向が検出された時、その方向に操舵輪3cを固定するために方向制御モータ7は停止される（ステップST6）。なお、前述した方向制御モータ7の変わりに、角度制御可能なサーボモータ（例えば、日本精巧株式会社製 商品名メガトルクモータ）を使用して回転（例えば、90度）させても良い。

【0043】操舵輪3cを横方向に固定後、自律走行車両1が時計回りの回転（例えば、90度）するのに必要な時間だけ駆動モータ5aを逆転方向に、駆動モータ5bを正転方向に同じ速度で駆動する（ステップST7）。

【0044】ここで、自律走行車両1の回転制御を図6を用いて説明する。駆動輪3aの回転速度、すなわち駆動モータ5aの回転速度を $-N$ （rps、回/秒）、駆動輪3bの回転速度、駆動モータ5bの回転速度を $N$ （rps、回/秒）とし、車輪の直径を $2r$ （m）、駆動輪3aと駆動輪3bの車輪中間点G（自律走行車両1の回転中心）と駆動輪3aまたは駆動輪3bまでの寸法を $K$ （m）とすると、90度の自律走行車両1の回転は駆動輪3a、3bが半径 $K$ の円を90度分走行することである。

【0045】ここで、半径 $K$ の90度分の円弧の距離は $2K\pi/4$ （m）であり、一方、駆動輪3a、3bが1秒間に走行する距離は $2r\pi N$ （m）である。

【0046】従って、90度の自律走行車両1の時計回りの回転は $K/4rN$ （秒）間だけ駆動モータ5a、5bを各々回転速度 $-N$ 、 $+N$ で駆動することで制御できる。

【0047】90度の自律走行車両1の時計回りの回転終了後、制御回路15は続いて距離センサ9a、9bの出力を読み込む（ステップST8）。この際、距離センサ9a、9bの出力は、前述のように自律走行車両1の側面の距離センサ設置位置からその距離センサ9a、9bと対向する壁面20までの距離を示している。

【0048】続いて各距離センサ9a、9bで検出された距離からその差を計算する。すなわち、距離センサ9

aの検出距離 $h_a$ と距離センサ9bの検出距離 $h_b$ の差 $\Delta h (=h_a - h_b)$ が制御回路内部で算出される（ステップST9）。

【0049】そして、この距離差 $\Delta h$ と極めてわずかな所定値 $\epsilon$ 、例えば2mm程度、とが比較される（ステップST10）。

【0050】この結果、差 $\Delta h$ が所定値 $\epsilon$ 以下であれば、自律走行車両1は壁面とほぼ平行になっていると判断される。例えば、差 $\Delta h$ が2mmの場合、距離センサ9a、9b間の距離 $L$ が70cmでは、側壁20に対する自律走行車両1の傾き $\theta$ は、 $\sin^{-1}(\Delta h/L)$ から $\sin^{-1}(2/700) = 0.16$ 度と極めてわずかな値となる。

【0051】これは、自律走行車両1が10m直進する間に側壁20との距離が約3cmだけずれるにすぎず、側壁20との間で極めて精度の高い平行度の測定が行われていることになる。

【0052】また、この制御に必要な2mm程度の分解能は一般的な超音波距離センサの実用範囲内であり、この測定は、高価で特殊な距離センサを必要としない。

【0053】従って、差 $\Delta h$ が所定値 $\epsilon$ 以下であれば、後述する方向補正制御（ステップST11～ST14）を実行することなく、方向制御モータ7を元の位置（直進方向）に戻し（ステップST15～ST17）、ステップST1に戻り、駆動モータ5a、5bを同期して正転駆動する。この結果、車両1は壁面とほぼ平行に直進走行する。

【0054】一方、スタート時の位置が側壁20と平行でなかった場合や走行中のスリップなどで、側壁20との平行から外れた場合には、ステップST9で差 $\Delta h$ が所定値 $\epsilon$ よりも大きいと判断される。

【0055】この場合、側壁20に対する車両1の傾き $\theta$ が大きく、そのまま直進走行すると、進むにつれて側壁20から徐々に離れるか、逆に側壁20に接近してしまう。この状態で自律走行車両1が長い距離を走行すると、側壁20から離れていく場合、側壁20に沿って清掃されない範囲が広がってしまう。一方、側壁20に接近していく場合、最終的には側壁20に衝突して停止してしまうという問題が発生する。これを防止するために、ステップST11～ST14の方向補正制御が実施される。

【0056】方向補正制御では、まず自律走行車両1の側壁20に対する傾き $\theta$ がステップST11に示す計算式により計算される。なお、この際傾き $\theta$ の解は-90度から+90度の範囲で算出される。続いて、傾き $\theta$ が正か負で、右方向の傾きか左方向の傾きかが判断される（ステップST12）。

【0057】すなわち、傾き $\theta$ が正の時、自律走行車両1の側壁20に対する傾きは右方向のずれと判断され、駆動モータ5aを正転に、駆動モータ5bを逆転に設定

し、自律走行車両1の傾き $\theta$ が0となる回転数だけ駆動モータ5a、5bを駆動する(ステップST13)。

【0058】これにより、自律走行車両1の側壁20に対する傾きは補償され、自律走行車両1は側壁とほぼ平行となる。

【0059】一方、傾き $\theta$ が負の場合、自律走行車両1の側壁20に対する傾きは左方向であり、駆動モータ5aを逆転、駆動モータ5bを正転に設定し、自律走行車両1の傾き $\theta$ が0となる時間だけ所定回転数で駆動モータ5a、5bを駆動する(ステップST14)。

【0060】従って、この場合も、自律走行車両1の方向は側壁20とほぼ平行になるよう補正される。

【0061】この方向補正制御における、駆動モータ5a、5bの具体的動作を説明する。まず、自律走行車両1を $\theta$ 度だけ回転させるために必要な駆動輪3a、3bの走行距離は $2K\pi \times \theta / 360$  (m)である。

【0062】一方、駆動輪3a、3bが1秒間に走行する距離は $2r\pi N$  (m)であるから、 $\theta$ 度の自律走行車両1の回転は $K\theta / 360rN$  (秒)間だけ、駆動輪3a、3bをそれぞれ回転速度 $N$  (rps)で回転させることとなる。

【0063】駆動輪3a、3bの回転数は駆動モータ5a、5bの回転数と同一であるから、制御回路15は駆動モータ5a、5bを回転速度 $N$  (rps、回/秒)及び $-N$  (rps、回/秒)で $K\theta / 360rN$ 秒間回転させることとなる。

【0064】この方向補正制御において、駆動モータ5a、5bの回転速度 $N$ が大きい場合、制御する時間 $K\theta / 360rN$  (秒)が小さくなる。

【0065】また、回転速度 $N$ が大きくなれば車輪や駆動モータのイナーシャも大きくなるため正確な制御が困難となる。これに対し、精度を向上させるためには、回転速度 $N$ を小さい値に設定することが有効である。このため、方向補正制御や90度の回転時の駆動モータ5a、5bの回転速度 $N$ を通常の直進走行時よりも低い値に設定しても良い。

【0066】また、自律走行車両1を回転させる角度が大きい場合には、自律走行車両1の回転初期は大きな回転速度とし、目標回転角度に近づくにつれて回転速度を連続的または段階的に低下させる方法も回転角度の精度向上には有効である。

【0067】ただし、自律走行車両1の回転途中での駆動モータ5a、5bの回転速度 $N$ の変更は制御する時間の計算式が上述の回転速度一定の場合と比べ、複雑になる。

【0068】また、このような複雑な計算を避けるためや、駆動モータ5a、5bの回転速度 $N$ を高精度で制御出来ない場合には、駆動輪3a、3bの実際の回転数 $n$  (回)を検出するロータリーエンコーダを設け、これにより直接自律走行車両1の走行距離( $2r\pi n$  (m))

が自律走行車両1を $\theta$ 度だけ回転させるために必要な駆動輪3a、3bの走行距離( $2K\pi \times \theta / 360$  (m))と一致した時、すなわち、ロータリーエンコーダの出力する駆動輪3a、3bの実際の回転数 $n$  (回)が $K\theta / 360r$ となった時に駆動モータ5a、5bを停止させる方法を用いれば良い。

【0069】方向補正制御の後は、90度の回転後において最初から傾き $\theta$ が小さい場合(ステップST10のYESの場合)と同様にステップST15~ST7で方向制御モータ7を駆動して操舵輪3cの方向を直進に制御する。

【0070】その後は、ステップST1に戻り、駆動モータ5a、5bを同期して正転駆動し、自律走行車両1を直進走行させる。

【0071】この際、90度回転した位置で自律走行車両1の直進方向と側壁20との平行状態が方向補正制御により調整されているため、長い距離直進走行しても側壁20とのずれは極めて小さいものになる。

【0072】以上の制御動作に基づく走行動作の一例を図7を用いて説明する。最初に、自律走行車両1は、図中A位置に示す右側壁22'に沿った位置に設置される。

【0073】この位置から自律走行車両1は直進走行し、B位置において障害物センサ13が正面壁20を検出する。そこで、自律走行車両1はこの位置にて90度時計回りに回転し、C位置となる。

【0074】ここで、側壁20(回転前の正面壁20)との距離が測定される。そして、自律走行車両1の距離センサ9a、9bの出力の距離差 $\Delta h$ が小さい場合には側壁20にそって直進走行が行われるが、図7に示す例では、距離差 $\Delta h$ が大きいので、これに基づき側壁20との傾き $\theta$ が算出される。

【0075】続いて、側壁20と自律走行車両1の直進方向が平行となるように方向補正制御が実施される。この結果、自律走行車両1の方向は側壁20と平行のD位置となる。続いて、この方向補正終了後から直進走行する(E位置)。

【0076】なお、90度回転の際に傾き $\theta$ が生ずる原因の1つは初期位置であるA位置において、既に、右側壁22'との間に傾き $\theta$ が存在していた場合や、直進走行経路の床面に小さな凹凸があった場合、直進走行中または90度の方向転換中に駆動輪3a、3bのスリップなどで正確な直進走行や90度の方向転換がなされなかった場合などが想定される。

【0077】続いて、自律走行車両1の側面に設けた単一の距離センサ9Cにより、上記した実施例とほぼ同様の動作を行う第2の実施例の自律走行車両1を図8乃至図10に基づき説明する。

【0078】図8に示すように、この実施例の自律走行車両1は、側面略中央に設けられた単一の距離センサ9

cのみが図1に示す自律走行車両1と相違する。

【0079】また、制御回路構成は、図4に示す距離センサを単一とする以外は相違がないため、図面を省略する。

【0080】図9および図10に基づき、第2の実施例の制御動作及び自律走行車両1の走行動作を説明する。なお、この第2の実施例でも初期位置A'から障害物センサ13が壁を検出するまで直進走行し、障害物センサ13が壁を検出した位置B'で停止し、位置B'から90度回転する位置C'までは第1の実施例と同一であり、この部分の制御動作は図5のフローチャートのステップST1～ST7と同一であり、説明を省略する。

【0081】この第2の実施例では90度回転した位置C'に置いて、方向制御モータ7がオンされ（ステップST30）、操舵輪3cが直進方向となったところで方向制御モータは停止される（ステップST30～ST32）。

【0082】ここで、距離センサ9cの出力、すなわち側壁20までの距離h2が読み取られ、記憶される（ステップST33）。そして、距離h2を記憶後、駆動モータ5a、5bを同期して正転させ距離1だけ直進移動し停止する（ステップST34）。

【0083】この結果、自律走行車両1は図9の位置D'となり、ここで、再び距離センサ9cの出力h1が読み込まれる（ステップST35）。ついで、位置C'での側壁20までの距離h2と距離1だけ直進移動後の位置D'での側壁20までの距離h1との差 $\Delta h$ が計算される（ステップST36）。

【0084】そして、距離差 $\Delta h$ が所定値 $\epsilon$ よりも小さい場合には図5の最初のステップST1へと戻り直進走行が行われる。

【0085】一方、図10に示すように傾き $\theta$ が大きい（距離差 $\Delta h$ が所定値 $\epsilon$ よりも大きい）場合には、方向修正が必要であるため、直進方向となっている操舵輪3cを横向きになるまで駆動する（ステップST38～ST40）。

【0086】この後ステップST41に示すにより傾き $\theta$ が算出され、方向補正動作がなされる。方向補正の際の制御回路15の動作は第1の実施例の図5のフローチャートのステップST11～ST17と同一であるため、図10における自律走行車両1の走行状態のみを説明する。

【0087】位置D'において、傾き $\theta$ だけ自律走行車両1が傾いているため、この傾きを補正するよう駆動モータ5a、5bが所定時間だけ駆動され、自律走行車両1は位置E'へと反時計回りに回転する。

【0088】この結果、自律走行車両1の直進方向と側壁20はほぼ平行となり、その後、再び障害物センサ13が障害物（正面壁）を検出するまで側壁20に沿って、直進走行される（位置F'）。

【0089】以上のように、この第2の実施例によれば、1つの距離センサ9Cのみで自律走行車両1の傾きが補正可能となる。なお、この第2の実施例では自律走行車両1の傾きを1つの距離センサで検出可能にするために90度回転した後、一旦、方向を補正する前に所定距離1だけ直進走行を行う必要がある。

【0090】この直進走行距離1を大きく取ればそれだけ自律走行車両1の傾き $\theta$ の検出精度及び分解能が向上する。一方、距離1を大きく取ると方向補正を実施する前の側壁20と平行状態にない直進に走行距離が増え、側壁と自律走行車両1間の距離が安定しないという問題があるため、これらの利点と欠点を考慮して距離1を設定する必要がある。

【0091】なお、第1、第2の両実施例とも方向修正の可否を決定する基準として距離差 $\Delta h$ を用いたが、方向修正の実施、不実施の決定に傾き $\theta$ の値を所定値 $\theta_s$ とと比較し、 $\theta > \theta_s$ の場合、方向補正制御を実施し、 $\theta \leq \theta_s$ の場合、方向補正を実施しないようにしてもよい。また、第1、第2の両実施例とも、傾き $\theta$ を補正する際、傾き $\theta$ に相当する駆動モータ5a、5bの回転駆動所定時間で、また、傾き $\theta$ に相当する駆動輪3a、3bの所定回転数で、それぞれ制御して自律走行車両1の側面を該側面に対向する壁に平行に制御したが、これに限らず、例えば、自律走行車両1に角度センサ（例えば、日立電線株式会社製 商品名 光ファイバージャイロ）を搭載し、角度センサで検出した結果に基づき、駆動モータ5a、5bを制御して、自律走行車両1の側面を該側面に対向する壁に平行に制御してもよい。

【0092】この角度センサの制御によれば、駆動輪3a、3bのタイヤ形状、床面形状に関わりなく正確に角度を制御することができる。

【0093】また、第1、第2の両実施例とも、自律走行車両1の前面を壁20に対向するように設置（図7で言えば、自律走行車両1のAの位置、図10で言えば、自律走行車両1のA'の位置）したが、場所により、図7で言えば、自律走行車両1のBの位置、図10で言えば、自律走行車両1のB'の位置に設置し、該位置より、距離センサ9a、9b（9C）により、自律走行車両1の側面に対向する壁20との距離を測定し、この距離センサ9a、9b（9C）の出力に基づき自律走行車両1の側面に対向する壁20との距離が一定となるように制御してもよい。

【0094】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、自律走行車両の側面に設けた距離センサにより、自律走行車両の側面に対向する壁との距離を測定し、この距離センサの出力に基づき自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたため、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行う



ための制御装置を使用することなく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御することができる。

【0095】また、請求項2記載の発明によれば、自律走行車両の側面に設けた少なくとも2つの距離センサにより、自律走行車両の側面に対向する壁との距離を測定し、この2つの距離センサの出力に基づき自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたため、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行うための制御装置を使用することなく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御することができる。

【0096】また、請求項3記載の発明によれば、自律走行車両の側面に設けた単一の距離センサにより、自律走行車両の側面に対向する壁との距離を測定し、初期位置の距離センサの出力と所定距離だけ直線走行した位置における距離センサの出力を比較し、この比較結果に基づき自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように自律走行車両の走行方向を制御する制御手段とを設けたため、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行うための制御装置を使用することなく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御することができる。

【0097】また、請求項4記載の発明によれば、自律走行車両の前面を壁に対向するように設置すれば、自律走行車両を壁に向かって前進させ、障害物センサが壁を検知して自律走行車両を停止させ、停止後回動制御手段により自律走行車両を回動した後、制御手段により自律走行車両の側面を該側面に対向する壁と平行に制御することができるため、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行うための制御装置を使用することなく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御することができる。

【0098】また、請求項5記載の発明によれば、距離センサの出力に基づき自律走行車両の側面に対向する壁との距離が一定となるように自律走行車両の走行方向を制御する制御手段により、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁と平行に制御した後、自律走行車両を走行させて自律走行車両の下部に備えた清掃機能により、自律走行車両の下方に位置する床面を清掃するため、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行うための制御装置を使用すること

なく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御して床面を清掃することができる。

【0099】また、請求項6記載の発明によれば、自律走行車両の前面を壁に対向するように設置すれば、自律走行車両を壁に向かって前進させ、障害物センサが壁を検知して自律走行車両を停止させ、停止後回動制御手段により自律走行車両を回動した後、制御手段により自律走行車両の側面を該側面に対向する壁と平行に制御することができるため、オペレータの手動による操作が不要で、しかも、従来のような高価な画像処理を行うための制御装置を使用することなく、自律走行車両の側面を該側面に対向する壁に平行に制御して床面を清掃することができる。

【0100】することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施例の自律走行車両の概略的正面図である。

【図2】図2は、図1の自律走行車両の概略的側面図である。

【図3】図3は、図1の自律走行車両の概略的底面図である。

【図4】図4は、図1の自律走行車両の制御ブロック図である。

【図5】図5は、図1の自律走行車両の制御フローチャートである。

【図6】図6は、図1の自律走行車両の90度回動状態を示す図である。

【図7】図7は、図1の自律走行車両の走行動作を説明するために走行状態を示す図である。

【図8】図8は、本発明の第2の実施例に係る自律走行車両の概略的側面図である。

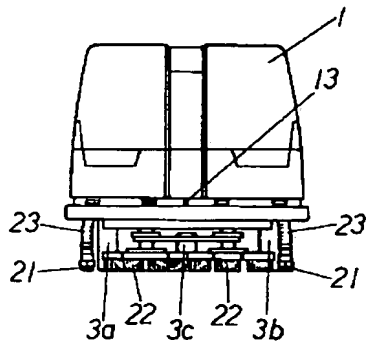
【図9】図9は、図8の自律走行車両の制御フローチャートである。

【図10】図10は、図8の自律走行車両の走行動作を説明するために走行状態を示す図である。

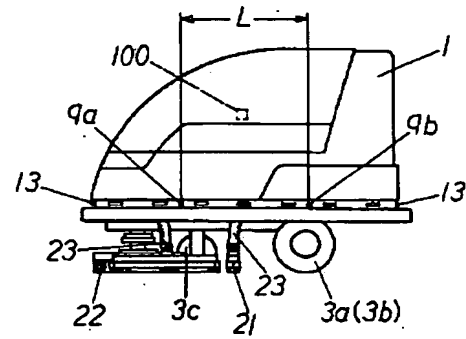
【符号の説明】

|          |        |
|----------|--------|
| 1        | 自律走行車両 |
| 3a、3b    | 駆動輪    |
| 3c       | 操舵輪    |
| 5a、5b    | 駆動モータ  |
| 9a、9b、9c | 距離センサ  |
| 13       | 障害物センサ |

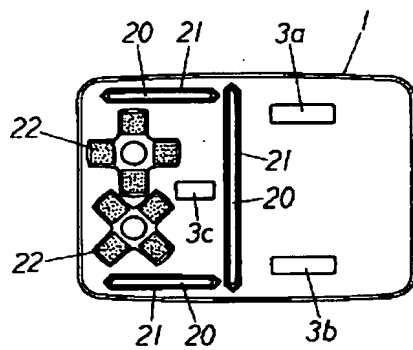
【図1】



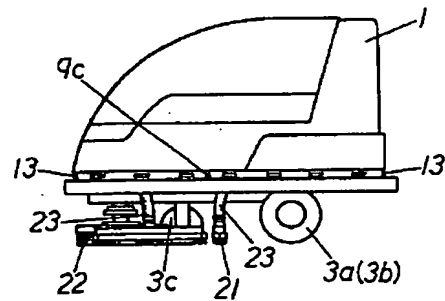
【図2】



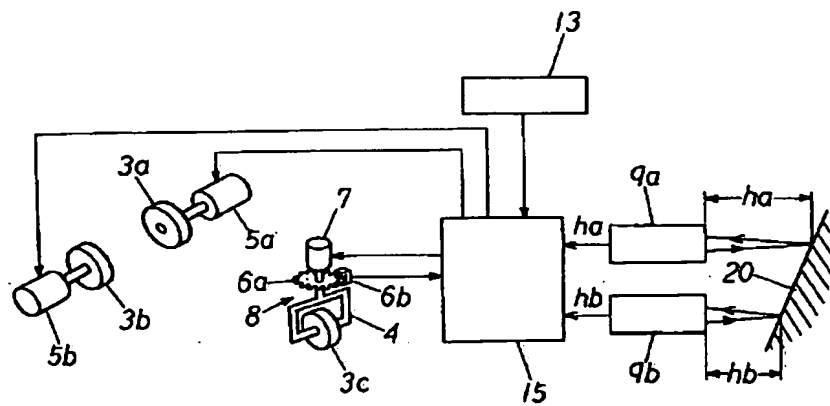
【図3】



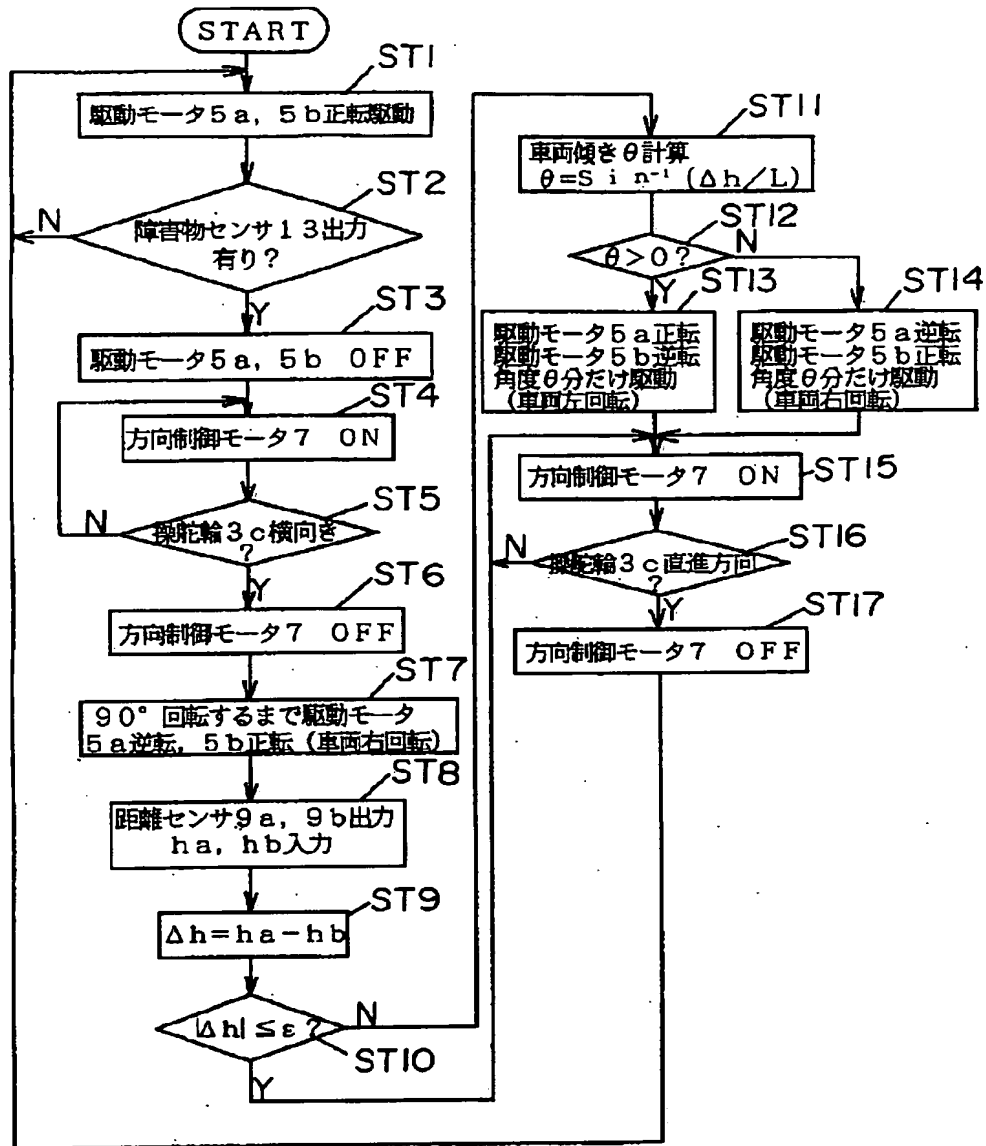
【図8】



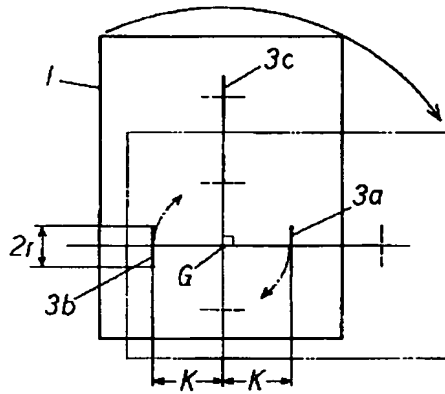
【図4】



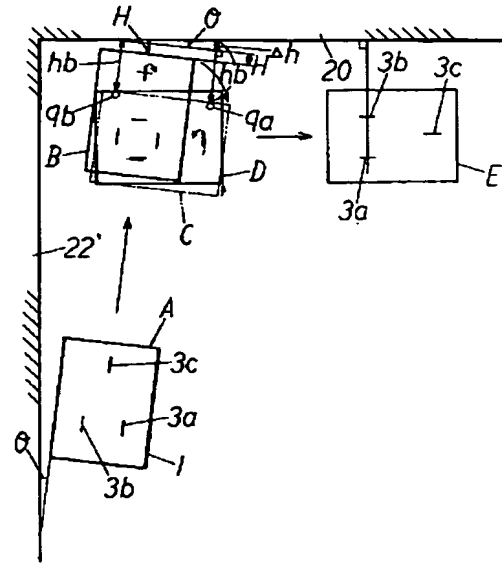
【図5】



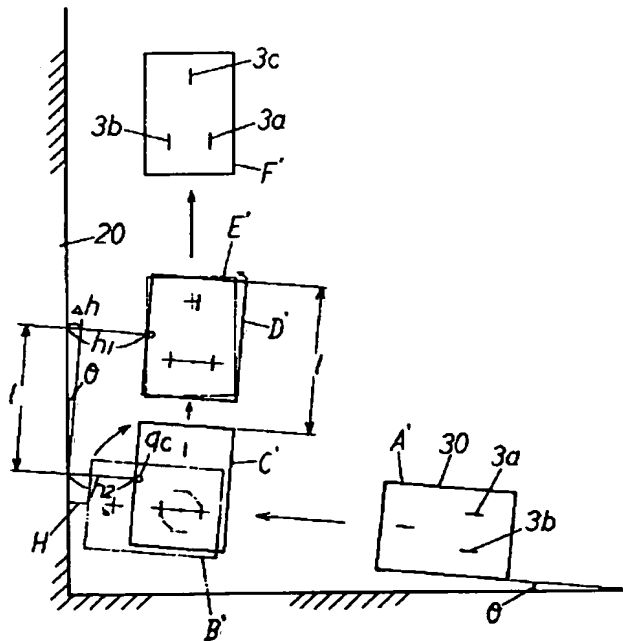
【図6】



【図7】



【☒10】



【図9】

